

jc873 U.S. PRO
09/638162
08/14/00

14998.235

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicants : Ryokichi Matsumoto al
Serial No. : To Be Assigned
Filed : Herewith
For : POLARIZATION-MAINTAINING OPTICAL FIBER
AND POLARIZATION-MAINTAINING OPTICAL
FIBER COMPONENT
Art Unit : N/A
Examiner : N/A

August 14, 2000

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of the
following patent application, the foreign priority of which
has been claimed under 35 USC 119:

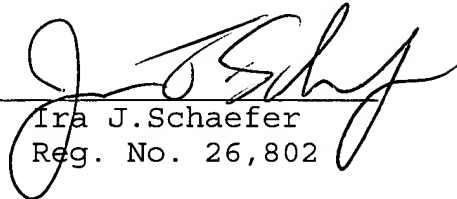
Japanese Patent Appl No 11-234782, Filed 8/20/99

It is submitted that this certified copy satisfies
all of the requirements of 35 USC 119, and the right of

foreign priority should therefore be accorded to the present application.

Respectfully submitted,

CHADBOURNE & PARKE LLP

By: 
Ira J. Schaefer
Reg. No. 26,802

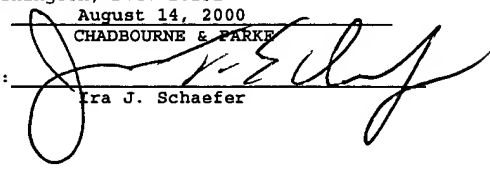
30 Rockefeller Plaza
New York, NY 10112
(212) 408-1075

I hereby certify that this correspondence
is being deposited with the United States
Postal Service with sufficient postage as
first class mail in an envelope addressed
to: Assistant Commissioner for Patents,
Washington, D.C. 20231

on August 14, 2000

CHADBOURNE & PARKE

By:


Ira J. Schaefer

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

OSP-9156-62

US
Jc873 U.S. PTO
09/638162
08/14/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1999年 8月20日

出願番号
Application Number:

平成11年特許願第234782号

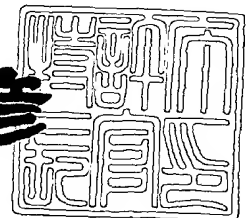
出願人
Applicant(s):

株式会社フジクラ

2000年 1月28日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤 隆彦



出証番号 出証特2000-3002483

【書類名】 特許願

【整理番号】 990259

【提出日】 平成11年 8月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 6/26

【発明の名称】 偏波保持光ファイバ部品

【請求項の数】 8

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

 【氏名】 松本 亮吉

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

 【氏名】 佐々木 秀樹

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

 【氏名】 西出 研二

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

 【氏名】 山内 良三

【発明者】

 【住所又は居所】 千葉県佐倉市六崎 1 4 4 0 番地 株式会社フジクラ 佐倉事業所内

 【氏名】 山崎 成史

【特許出願人】

 【識別番号】 000005186

【氏名又は名称】 株式会社フジクラ

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9704943

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 偏波保持光ファイバ部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 コアを囲むクラッド内にコアに対して対称的に配された応力付与部を有する偏波保持光ファイバを 2 本以上並列させ、その長さ方向の一部を加熱し、この加熱部分を融着し、長さ方向に延伸して光結合部を形成した偏波保持光ファイバ部品であって、

上記偏波保持光ファイバとして、コアまたはクラッドの同心円で、応力付与部にかからず、かつその内部に応力付与部を含まないもののうち最大のものの直径が $20\mu\text{m}$ 以上であるものを用いたことを特徴とする偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 2】 上記偏波保持光ファイバが、PANDA 型偏波保持光ファイバであることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 3】 上記偏波保持光ファイバの複屈折率が、 $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4}$ であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 4】 上記偏波保持光ファイバのクロストークが、 -20dB/km 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 5】 上記偏波保持光ファイバの損失が 1dB/km 以上であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 6】 上記偏波保持光ファイバ部品のリードファイバの長さが、全て 10m 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 7】 偏波保持光ファイバカプラであることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【請求項 8】 偏波ビームスプリッタあるいは偏波ビームコンバイナであることを特徴とする請求項 1 に記載の偏波保持光ファイバ部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバ通信分野、光ファイバを利用したセンサ分野などにおい

て有用な、光ファイバ中の偏波状態を保持したままで光の合流、分岐を行う偏波保持光ファイバカプラや、直交する偏波の分離、結合を行う偏波ビームスプリッタなどの偏波保持光ファイバ部品に関する。

【0002】

【従来の技術】

偏波保持光ファイバとは、シングルモード光ファイバ中の応力分布に異方性を持たせることにより、光ファイバを伝搬する2つの直交モード間の縮退を解いて伝搬定数に差を持たせ、モード間の結合をなくしたものである。これにより、ある偏波に一致した光を光ファイバに入射すると、その偏波のみが保持されたまま伝搬する。

【0003】

この偏波保持光ファイバとしては、種々の形式のものがあるが、クラッド内に応力付与部を設けた応力付与部タイプのものがよく知られており、その応力付与部の形状等によりPANDA型偏波保持光ファイバ（以下、PANDAファイバとする。）、ボータイ型偏波保持光ファイバ、楕円ジャケット型偏波保持光ファイバなどが挙げられる。この中でも、PANDAファイバは、複屈折率が大きく、偏波保持特性に優れていることから広く用いられている。

【0004】

図4は、従来のPANDAファイバの一例を示したものである。このPANDAファイバ4は、高屈折率のコア1と、このコア1の周囲に、このコア1と同心円状に設けられ、かつこのコア1よりも低屈折率のクラッド2と、このクラッド2内に、前記コア1を中心に対称配置され、かつこのクラッド2よりも一般的に低屈折率である断面円形の2つの応力付与部3、3とから構成されている。

前記応力付与部3には、比較的熱膨張係数の大きい材料が用いられている。このため、光ファイバ母材を溶融線引きし、PANDAファイバ4を製造する過程において、ガラスの固化の際に、その横方向と縦方向から異なる応力がコア1部にかかり、この結果、コア1部に大きな歪みが非等方的に加わり、これによりPANDAファイバ4に複屈折性が生じるものである。

【0005】

このような偏波保持光ファイバより構成される偏波保持光ファイバ部品として、偏波面を保ったまま光の分岐、結合を行う偏波保持光ファイバカプラや、直交する偏波の分離、結合を行う偏波ビームスプリッタ等がある。

これらの偏波保持光ファイバ部品は、複数の偏波保持光ファイバのコア同士を近接させ、光ファイバ間で光が結合を起こす光結合部を構成することにより作製される。

上記複数の偏波保持光ファイバのコア同士を近接させる方法としては、融着延伸法や研磨法があるが、信頼性や作業性の面で融着延伸法が優れている。

このうち融着延伸法は、偏波保持光ファイバを複数本並列させ、その長さ方向の一部を加熱し、この加熱部分を溶融し、長さ方向に延伸して光結合部を形成して偏波保持光ファイバ部品を製造するものである。

【 0 0 0 6 】

このような融着延伸法にて偏波保持光ファイバ部品を製造する場合、直交する偏波間での漏話（クロストーク）を防ぐために、複数の偏波保持光ファイバ間で、応力付与部を観察して偏波軸を揃える必要がある。

この偏波軸を揃える方法としては、特願平 0 2 - 2 7 1 3 0 7 号公報などにあるように、クラッドと応力付与部の屈折率が異なることを利用して、偏波保持光ファイバの側方に光源をおき、反対側から観察してファイバ像の輝度分布プロファイルを求め、応力付与部の位置を定める方法が一般的である。

【 0 0 0 7 】

また、融着延伸法で偏波保持光ファイバ部品を作製する場合、これらの偏波保持光ファイバ部品における光結合部では、偏波保持光ファイバが、融着延伸されて細径となっており、偏波保持光ファイバを伝搬する光は、コアからクラッド部分にしみだして、いわばエアクラッドの状態になっている。この状態では、偏波保持光ファイバのシングルモード条件が成り立たないために、偏波保持光ファイバの曲がりや、偏波保持光ファイバ内の不均一要因によって、光の高次モードへの結合が起こり、これが最終的には偏波保持光ファイバ部品の過剰損失として現れることとなる。

【 0 0 0 8 】

偏波保持光ファイバでない通常の光ファイバを用いて光部品を製造する場合、光ファイバ内の屈折率はコアとクラッドの差を除けば均一であり、また、コアの直径は数 μm と小さい。この光ファイバで構成される融着延伸型の光部品の光結合部においては、さらに細く延伸されており、このために、光結合部でのファイバ内の屈折率不均一は、光の高次モードへの結合を誘発するほどではなく、問題とはならなかった。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、偏波保持光ファイバを用いて偏波保持光ファイバ部品を製造する場合、そのクラッド内には、直径十数 μm の屈折率の低い応力付与部が存在しており、これが、融着延伸された光結合部において、偏波保持型ではない通常の光ファイバの場合に比べて、サイズの非常に大きな屈折率の不均一部分として存在することとなる。

このために、偏波保持光ファイバを融着延伸して得られた偏波保持光ファイバ部品においては、その光結合部において、応力付与部とクラッドとの屈折率の不均一に伴う伝播光の高次モードへの結合が発生し、故に、偏波保持光ファイバ部品の過剰損失が増大してしまうという問題があった。この問題は、特に、コアからの光の染みだしの多い *fast* 軸方向の光において顕著である。

【0010】

この問題を解決するために、例えば特公昭 62-30602 号公報に示されているように、応力付与部の屈折率をクラッドの屈折率に整合させた偏波保持光ファイバを用いる方法がある。しかしながら、この方法では、両者の屈折率が整合されているために、屈折率の違いから応力付与部の位置を観察するのは困難で、上述の偏波軸の調整法を用いることができないという問題があった。

【0011】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、偏波保持光ファイバ部品において、その光結合部での応力付与部とクラッドにおける屈折率の不均一性による伝播光の高次モードへの結合を抑制し、過剰損失が少なく、かつ従来の偏波軸調整法において偏波軸の調整を容易にすることができる偏波保持光ファイバ部品を得る

ことを目的とするものである。

【0 0 1 2】

【課題を解決するための手段】

以下に示す発明を前記課題の解決手段とした。

第 1 の発明は、コアを囲むクラッド内にコアに対して対称的に配された応力付与部を有する偏波保持光ファイバを 2 本以上並列させ、その長さ方向の一部を加熱し、この加熱部分を融着し、長さ方向に延伸して光結合部を形成した偏波保持光ファイバ部品であって、上記偏波保持光ファイバとして、コアまたはクラッドの同心円で、応力付与部にかからず、かつその内部に応力付与部を含まないもののうち最大のものの直径が $20\ \mu\text{m}$ 以上であるものを用いた偏波保持光ファイバ部品である。

【0 0 1 3】

第 2 の発明は、第 1 の発明における偏波保持光ファイバが、PANDAファイバである偏波保持光ファイバ部品である。

第 3 の発明は、第 1 の発明における偏波保持光ファイバの複屈折率が、 $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4}$ である偏波保持光ファイバ部品である。

第 4 の発明は、第 1 の発明における偏波保持光ファイバのクロストークが、 $-20\ \text{dB/km}$ 以上である偏波保持光ファイバ部品である。

【0 0 1 4】

第 5 の発明は、第 1 の発明の偏波保持光ファイバの損失が $1\ \text{dB/km}$ 以上である偏波保持光ファイバ部品である。

第 6 の発明は、第 1 の発明の偏波保持光ファイバ部品のリードファイバの長さが、全て $10\ \text{m}$ 以下である偏波保持光ファイバ部品である。

第 7 の発明は、第 1 の発明の偏波保持光ファイバ部品が偏波保持光ファイバケーブルであるものである。

第 8 の発明は、第 1 の発明の偏波保持光ファイバ部品が偏波ビームスプリッタ、あるいは偏波ビームコンバイナであるものである。

【0 0 1 5】

【発明の実施の形態】

以下、本発明について詳しく説明する。

図 1 は、本発明の偏波保持光ファイバ部品に用いられる偏波保持光ファイバの一例を示したものである。この偏波保持光ファイバ 1 4 は、PANDAファイバであり、図 4 に示した従来の PANDAファイバ 4 と同様の部位からなる。図中符号 1 1 はコアを、1 2 はクラッドを、1 3 は応力付与部を示す。

PANDAファイバ 1 4 は、偏波保持光ファイバとして複屈折率が大きく、また偏波軸合わせが容易であり、また、応力付与部 1 3 の形状が単純であるので偏波保持光ファイバの設計、作製が容易であるため、本発明の偏波保持光ファイバ部品に用いるのに適している。

【0016】

この偏波保持光ファイバ 1 4 が、従来の PANDAファイバ 4 と違うのは、応力付与部 1 3、1 3 間の距離である。

すなわち、偏波保持光ファイバ 1 4 においては、応力付与部 1 3、1 3 は、コア 1 1 またはクラッド 1 2 の同心円で、応力付与部 1 3、1 3 にかからず、かつその内部に応力付与部 1 3、1 3 を含まないもののうち最大のものの直径 A が $20\mu\text{m}$ 以上、好ましくは、 $25\sim 30\mu\text{m}$ となるように配されている。

このような範囲とすれば、偏波保持光ファイバ 1 4 により偏波保持光ファイバ部品を製造した場合に、その光結合部において、コア 1 1 から染みだした光が、クラッド 1 2 部の屈折率の不均一部分、つまり応力付与部 1 3 にかかることがないため、伝播光の高次モードへの結合が抑制され、偏波保持光ファイバ部品の過剰損失が増加することがない。

【0017】

そして、偏波保持光ファイバ 1 4 において応力付与部 1 3、1 3 の配置を、コア 1 1 と応力付与部 1 3 との距離ではなく、上記コア 1 1 またはクラッド 1 2 の同心円で、応力付与部 1 3、1 3 にかからず、かつその内部に応力付与部 1 3、1 3 を含まないもののうち最大のものの直径 A によって規定したのは以下の理由によるものである。

すなわち、前記配置をコア 1 1 との距離により定義するためには、コア 1 1 の大きさが問題となるが、このコア 1 1 の大きさを規定するのは難しいといった問

題があるためである。例えば、コア 1 1 径をモードフィールド径で定義した場合、波長によってモードフィールド径が異なってしまうため数値を特定できないという問題がある。また、実際の偏波保持光ファイバ部品としたときの過剰損失を抑える効果においても、その光結合部では、コア 1 1 から染み出した光はエアクラッド状態になっていることから、コア 1 1 径を規定することに意味はなく、応力付与部 1 3、1 3 間の距離が意味を持つためである。

【0 0 1 8】

上記直径 A は、例えば、通常の PANDA ファイバ 4 においては $12 \sim 17 \mu\text{m}$ 程度である。

一般に、偏波保持光ファイバ 1 4 において、コア 1 1 から応力付与部 1 3 を離れたものは、その製造時に、応力付与部 1 3 がコア 1 1 に与える応力が低下するために、偏波保持光ファイバ 1 4 の複屈折率の低下や、偏波間のクロストークの劣化等を招いてしまう。よって、従来、このような設計の偏波保持光ファイバ 1 4 は製造されていなかった。

しかしながら、偏波保持光ファイバ部品を作製する場合には、使用する偏波保持光ファイバ 1 4 の長さが短いので、特性の若干劣った偏波保持光ファイバ 1 4 であっても、その影響を受け難く、全く問題とはならない。

【0 0 1 9】

詳しく説明すれば、この偏波保持光ファイバ 1 4 にあっては、コア 1 1 と応力付与部 1 3、1 3 の間が離れているので、必然的に複屈折率が低下し、複屈折率が $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4}$ の範囲となる。通常の PANDA ファイバ 4 では、複屈折率が、 5×10^{-4} 程度であり、上記偏波保持光ファイバ 1 4 においては、これよりも若干劣るが、この用途には全く問題がない。これにより、請求項 3 に記載のように、その複屈折率を $5 \times 10^{-5} \sim 5 \times 10^{-4}$ に特定したものである。

【0 0 2 0】

また、この偏波保持光ファイバ 1 4 にあっては、コア 1 1 と応力付与部 1 3、1 3 の間が離れているので、必然的に f a s t 軸と s l o w 軸とのクロストークが増加し、前記クロストークが -20 dB/km 以上、好ましくは、 $-20 \sim -10 \text{ dB/km}$ の範囲となる。通常の PANDA ファイバ 4 では、前記クロスト

ークは -25 dB/km 程度であり、上記偏波保持光ファイバ 1 4 においては、これよりも若干劣るが、この用途においては全く問題がない。これにより、請求項 4 に記載のように、そのクロストークを、 -20 dB/km 以上に特定したものである。

【0 0 2 1】

また、通常の PANDA ファイバにおいては、損失は、 $0.2\sim 0.3\text{ dB/km}$ 程度であるが、これは長尺使用に最適化されたものの場合であり、上記偏波保持光ファイバ 1 4 にあっては短尺であるため、損失が 1 dB/km 以上であっても、この用途においては全く問題がない。これにより、請求項 5 に記載のように、その損失を 1 dB/km 以上に特定したものである。

【0 0 2 2】

このような偏波保持光ファイバ 1 4 を複数本用いて偏波保持光ファイバ部品を構成する場合には、その使用するリードファイバの長さが、 10 m 以下であることが好ましい。この範囲であれば、例えば、偏波間のクロストークが -20 dB/km の偏波保持光ファイバ 1 4 であっても、その長さが 10 m であれば、そのクロストークは、 -40 dB 程度となり、また、損失が 1 dB/km の偏波保持光ファイバ 1 4 であっても、長さ 10 m での損失は 0.01 dB 程度となり、偏波保持光ファイバ 1 4 としては、問題のない十分に良好な範囲となる。これにより、請求項 6 に記載のように、そのリードファイバの長さを 10 m 以下に特定したものである。

【0 0 2 3】

このような偏波保持光ファイバ 1 4 において、コア 1 1 は、酸化ゲルマニウム (GeO_2) をドープした石英ガラスからなり、クラッド 1 2 は石英ガラスからなり、応力付与部 1 3 は酸化ホウ素 (B_2O_3) を比較的多量にドープした石英ガラスからなる。応力付与部 1 3 の外径、コア 1 1 とクラッド 1 2 との比屈折率差、クラッド 1 2 と応力付与部 1 3 の比屈折率差は、それぞれ所望の特性などによって適宜設定される。また、通常コア 1 1 のモードフィールド径は $4\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ 程度とされ、クラッド 1 2 の外径は $125\text{ }\mu\text{m}$ 程度とされる。

【0 0 2 4】

このような偏波保持光ファイバ 1 4 を複数本並列させ、その長さ方向の一部を加熱し、この加熱部分を融着して長さ方向に延伸して光結合部を形成することによって偏波保持光ファイバ部品を製造することができる。

このとき、複数の偏波保持光ファイバ 1 4 は、応力付与部 1 3、1 3 の中心と、その間に位置するコア 1 1 の中心とを直線で結ぶ偏波軸と、2 つのコア 1 1、1 1 の中心を結んだ直線とがそれぞれ直角となるように位置が調製され、偏波面が保たれるようにして融着される。

また、融着部分の延伸の長さは、偏波保持光ファイバ部品に求められる光結合度によって決まる。逆にいえば、この延伸長により、偏波保持光ファイバ部品の光結合度が調整される。

【0 0 2 5】

図 2 は、本発明の偏波保持光ファイバ部品の一例としての偏波保持光ファイバカプラ 1 6 を示すものである。この偏波保持光ファイバカプラ 1 6 は、2 本の偏波保持光ファイバ 1 4、1 4 により形成された 2 × 2 型のものであり、光が入射または出射されるポート 1 ~ 4（偏波保持光ファイバ部品 1 6 において、光の入射および出射される偏波保持光ファイバ 1 4 の部分をポートという。図中各ポートに 1 ~ 4 の数字を付けその位置を示した。）と、光結合部 1 5 からなるものである。

この偏波保持光ファイバカプラ 1 6 における光結合部 1 5 は、ポート 1 から *f a s t* 軸方向の光を入射し、ポート 3、4 で示される光出射量を測定しながら延伸を行い、5 0 % の光結合度が得られた時点で延伸を終了して形成したものである。

このようにして製造した偏波保持光ファイバカプラ 1 6 においては、ポート 1 から入射した光は、分岐してポート 3 とポート 4 から出射する。

【0 0 2 6】

このように図 1 に示した偏波保持光ファイバ 1 4 を用いて得られた偏波保持光ファイバカプラ 1 6 は、光結合部 1 5 においてコア 1 1 から染みだした光の高次モードへの結合を抑制することができるので、過剰損失が少ないものである。

また、この偏波保持光ファイバカプラ 1 6 においては、クラッド 1 2 と応力付

与部 1 3 とに屈折率の差が保たれたものであるので、上述の従来の偏波軸の調整方法を用いて、光部品作製時、あるいは他部品への接続時の偏波軸整合を容易に行うことができる。

【0 0 2 7】

なお、上述の実施の例においては、偏波保持光ファイバ 1 4 として、PANDAファイバを用いたものであるが、これに限定されるものではなく、ボータイ型光ファイバ、楕円ジャケット型光ファイバなどの応力付与部を有する偏波保持光ファイバであればよい。

また、上述の実施の例においては、偏波保持光ファイバ部品として偏波保持光ファイバカプラ 1 6 を例として挙げたが、これに限定されるものではなく、偏波保持光ファイバを用いて製造されるもの、例えば、偏波ビームスプリッタまたは偏波ビームコンバイナ等であってもよい。

【0 0 2 8】

【実施例】

以下、実施例を用いて本発明を詳しく説明する。

（実施例 1）

偏波保持光ファイバ 1 4 における、コア 1 1 またはクラッド 1 2 の同心円で、応力付与部 1 3、1 3 にかからないもののうち最大のものの直径 A が $22\ \mu\text{m}$ である PANDA ファイバを 2 本並列させ、その長さ方向の一部を加熱し、fast 軸方向の光のみのモニタを行いながら、その長さ方向に延伸を行い、2 つの出射ポートの結合度が、50% となったところで、延伸を停止して光結合部 1 5 を形成し、 2×2 偏波保持光ファイバカプラ 1 6 を作製した。

そして、この偏波保持光ファイバカプラの fast 軸方向の光損失をカットバック法にて測定した。この時の fast 軸方向の光の過剰損失は、0.8 dB であった。

【0 0 2 9】

（実施例 2）

上記直径 A を、 $27\ \mu\text{m}$ にした以外は、実施例 1 と同様にして、実施例 2 の偏波保持光ファイバカプラ 1 6 を作製し、fast 軸方向の光損失を測定した。

この時の f a s t 軸方向の光の過剰損失は、0.4 d Bであった。

【0 0 3 0】

(比較例)

上記直径Aを、17 μ mにした以外は、実施例1と同様にして、比較例2の偏波保持光ファイバケーブル16を作製し、f a s t 軸方向の光損失を測定した。

この時の f a s t 軸方向の光の過剰損失は、16 d Bであった。

【0 0 3 1】

これらの実施例により、融着延伸により f a s t 軸方向の光について2つの射出ポートの結合度が50%となった時点での f a s t 軸方向についての過剰損失と、上記直径Aとの関係をプロットしたグラフを図3に示す。これにより過剰損失を1 d B以下にするためには、直径Aが20 μ m以上であることが必要であることがわかる。

【0 0 3 2】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1の発明によれば、応力付与部をコアから引き離れた設計の偏波保持光ファイバを用いるので、偏波保持光ファイバ内の屈折率不均一に起因する伝播光の高次モードへの結合を抑制することができ、特に、この効果の大きな f a s t 軸方向の光に関して過剰損失の少ない偏波保持光ファイバ部品を得ることができる。

また、このような偏波保持光ファイバ部品においては、クラッドと応力付与部の屈折率の差が保たれることから、LD光源やアンプ、あるいはその他の受動偏波保持光ファイバ部品や幹線系光ファイバ等との接続に際して、その偏波軸を容易に整合させることができる。

【0 0 3 3】

また、請求項2の発明によれば、上記偏波保持光ファイバに、PANDA型偏波保持光ファイバを用いているので、設計、作製が容易で、また、PANDAファイバの軸合わせの容易さから低クロストークで、かつLD光源やアンプ、あるいは他の受動偏波保持光ファイバ部品や幹線系光ファイバとの接続が容易である偏波保持光ファイバ部品を得ることができる。

請求項 3 ～ 5 の発明によれば、従来のものよりも、複屈折率、偏波間のクロストーク、光損失において若干劣る偏波保持光ファイバであっても、偏波保持光ファイバ部品を構成することができ、この用途においては全く問題がなく、過剰損失の少ない良好な偏波保持光ファイバ部品を得ることができる。

また、請求項 6 の発明によれば、偏波保持光ファイバ部品のリードファイバの長さが、全て 1 0 m 以下であるので、従来のものよりも若干特性の劣る偏波保持光ファイバを用いても、過剰損失の少ない特性の良好な偏波保持光ファイバ部品を得ることができる。

【 0 0 3 4 】

請求項 7 の発明においては、過剰損失が少なく、偏波軸の調整が容易な偏波保持光ファイバカプラを得ることができる。

請求項 8 の発明においては、過剰損失が少なく、偏波軸の調整が容易な偏波ビームスプリッタあるは偏波ビームコンバイナを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明に用いられる偏波保持光ファイバの一例を示した断面図である。

【図 2】 本発明の偏波保持光ファイバ部品の一例を示した概略図である。

【図 3】 実施例における直径 A の長さ と 過剰損失 と の 関 係 を 示 し た グ ラ フ である。

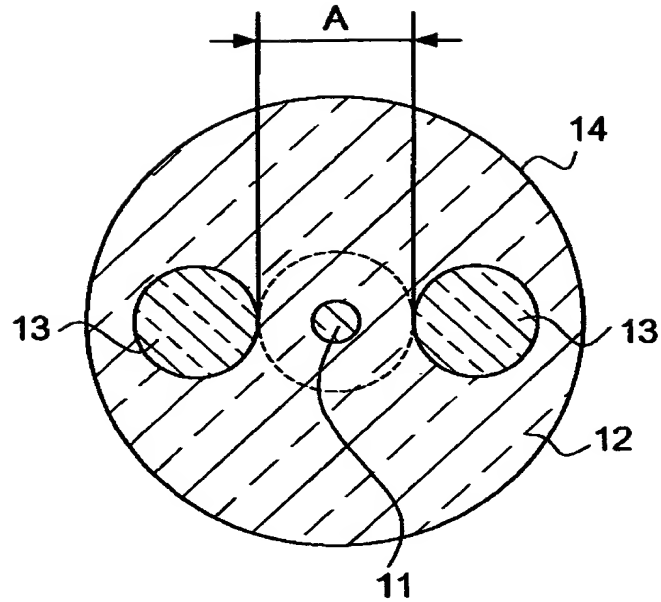
【図 4】 従来の偏波保持光ファイバの一例を示した断面図である。

【符号の説明】

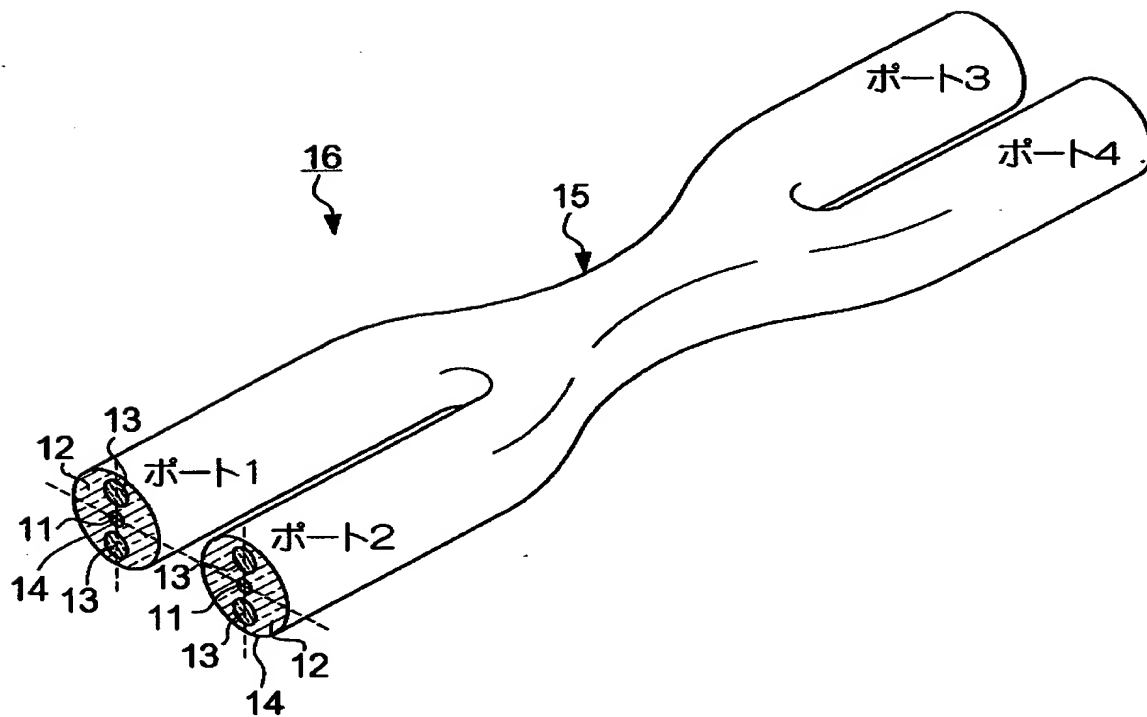
- 1 1 コア
- 1 2 クラッド
- 1 3 応力付与部
- 1 4 偏波保持光ファイバ
- 1 5 光結合部
- 1 6 偏波保持光ファイバカプラ

【書類名】 図面

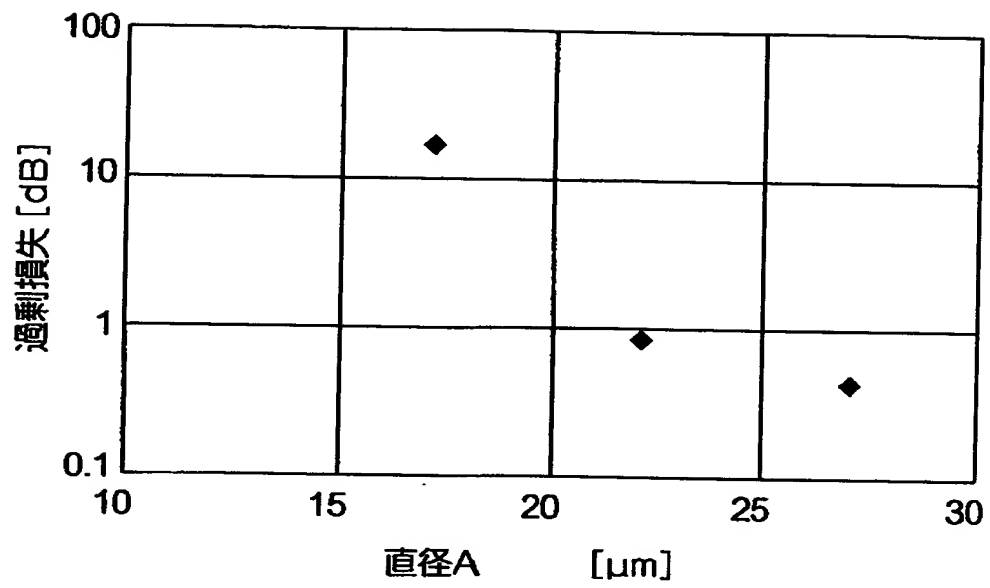
【図 1】



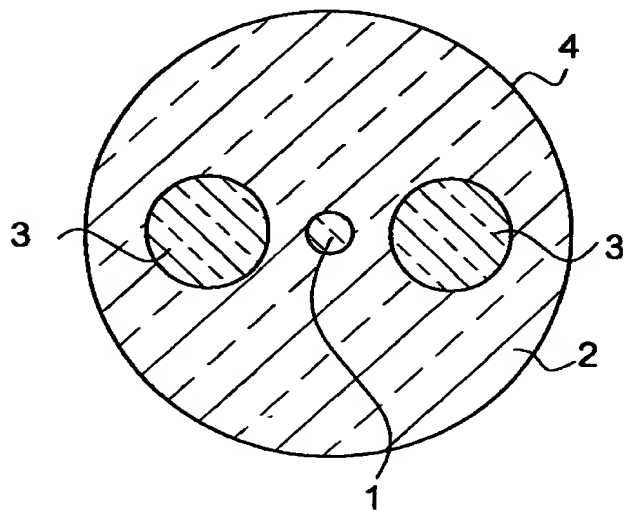
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 光結合部 1 5 での伝搬光の高次モードへの結合を防ぎ、過剰損失が少なく、かつ容易に偏波軸の調整を行うことができる偏波保持光ファイバ部品を得る。

【解決手段】 コア 1 1 またはクラッド 1 2 の同心円で、応力付与部 1 3, 1 3 にかからず、かつその内部に応力付与部 1 3 を含まないもののうち最大のものの直径が $20\mu\text{m}$ 以上である偏波保持光ファイバ 1 4 を用いて製造された偏波保持光ファイバ部品を提供する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005186]

1. 変更年月日 1992年10月 2日
[変更理由] 名称変更
住 所 東京都江東区木場1丁目5番1号
氏 名 株式会社フジクラ